

29. 6. 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 9月 1日
Date of Application:

REC'D 19 AUG 2004

出願番号 特願2003-309027
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-309027]

W.O

PCT

出願人 株式会社村田製作所
Applicant(s):

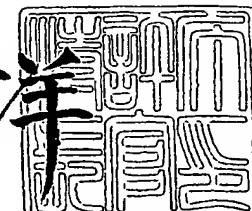
Best
Available
Image
Copy

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

八 月 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 03-0020
【提出日】 平成15年 9月 1日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01F 17/00
H01F 41/04

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目 26番10号
株式会社 村田製作所 内

【氏名】 田中 寛司

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目 26番10号
株式会社 村田製作所 内

【氏名】 山本 高弘

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡市天神二丁目 26番10号
株式会社 村田製作所 内

【氏名】 荒川 元

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社 村田製作所

【代表者】 村田 泰隆

【代理人】

【識別番号】 100092554

【弁理士】

【氏名又は名称】 町田 裕義治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012140

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004884

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

積層体の積層方向に沿って形成されたバイアホールと、前記積層体の積層面に沿って形成され、かつ、前記積層方向に沿う所定の端部同士が前記バイアホールで接続される帯状導体とにより、前記積層方向と直交する方向に沿って周回するコイルが前記積層体の内部に構成されている積層コイル部品であって、

前記バイアホールは、前記積層体となる各セラミック層に形成され、かつ、導体が充填された貫通孔が前記積層方向に連なってなり、

該貫通孔の各々は、前記セラミック層の一方側開口の開口面における前記コイルの軸心方向に沿う径と、その他方側開口の開口面における前記コイルの軸心方向に沿う径との差が、前記セラミック層の一方側開口の開口面における前記コイルの軸心方向に直交する径と、その他方側開口の開口面における前記コイルの軸心方向に直交する径との差よりも小さくなる立体形状を有していることを特徴とする積層コイル部品。

【請求項 2】

前記貫通孔の各々は略楕円形の平面形状を有し、かつ、その短軸方向が前記コイルの軸心方向に沿った方向と合致していることを特徴とする請求項 1 に記載の積層コイル部品。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載した積層コイル部品の製造方法であって、

前記バイアホールは、レーザ光照射によって貫通孔を形成した後、該貫通孔に対して導体を充填する手順で形成されることを特徴とする積層コイル部品の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】積層コイル部品及びその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は積層コイル部品及びその製造方法に係り、特には、積層コイル部品におけるバイアホールの形状と、その形成方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

積層コイル部品の例としては特許文献1で開示されたチップインダクタが周知であり、図9で外観構造を示し、かつ、図10で分解構造を示すように、縦積層横巻型といわれる従来のチップインダクタ11は、積層体12の積層方向Xと直交する方向Yに沿って周回するコイル13が積層体12の内部に設けられた構造を有している。そして、このコイル13は、積層体12における上部側及び下部側の所定位置ごとに配置される積層面に沿って形成された導体パターン（帯状導体）14それぞれの端部同士が、積層方向Xに沿って形成された多数個のバイアホール15で接続されることにより構成されている。

【0003】

すなわち、これらのバイアホール15は、図10で示すように、積層体12のセラミック層となるセラミックグリーンシート16それぞれの所定位置ごとにに対するレーザ光照射等によって貫通孔17を形成し、これら貫通孔17の内部に導電ペースト等の導体を充填して形成されたものである。そして、この際における貫通孔17のそれぞれは、図11及び図12で拡大して示すように、略円形の平面形状を有し、かつ、その内面全体が積層方向Xに沿って同等の傾斜角（テーパ角）となる立体形状を有している。

【0004】

なお、ここでの図12は、平面状態を示す図11中のA-A線に沿った断面状態を示している。つまり、これら貫通孔17の各々は、下面側開口17aよりも上面側開口17bの直径の方が大きな立体形状とされている。また、このとき、積層体12の上部側における端部位置に形成された導体パターン14の各々は積層体12の端面にまで引き出されており、この積層体12の端面を覆って形成された外部電極18と各別に接続されている。

【0005】

一方、積層体12の作製時には、バイアホール15のみが形成されたセラミックグリーンシート16の多数枚を積層方向Xの中央位置に配置し、導体パターン14及びバイアホール15が形成されたセラミックグリーンシート16の複数枚をその上部側及び下部側に配置し、導体パターン14及びバイアホール15のいずれも形成されていないセラミックグリーンシート16の複数枚をその上部側及び下部側に配置することが行われる。そして、積層方向Xに沿って圧着し、かつ、焼成することにより積層体12を得た後、この積層体12の端面上に外部電極18を形成すると、図9で示したチップインダクタ11が完成する。

【特許文献1】特開2002-252117号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、チップインダクタ11においては、多数個のバイアホール15が形成されているため、チップインダクタ11全体における直流抵抗値（Rdc）に占めるバイアホール15の形成部分でのRdcの比率が大きくなり、その影響が素子全体のRdcにまで及ぶことが避けられない。そこで、このような不都合が生じるのを防止するため、バイアホール15の平面形状を大きくし、その結果としてバイアホール15の内容積をより大きくすることが考えられている。

【0007】

しかしながら、ただ単純にバイアホール15の平面形状を大きくしたのでは、これらバ

イアホール15の平面形状が略円形であることに起因してコイル13の軸心方向Yに沿って隣接しあうバイアホール15同士の離間間隔が狭くなってしまう。また、バイアホール15の平面形状を大きくしながらも、バイアホール15同士間の離間間隔を適切に確保しようとする場合にあっては、コイル13のターン（周回）数が減ることとなり、その結果として大きなインピーダンスを確保することができなくなる。

【0008】

本発明はこれらの不都合に鑑みて創案されたものであり、コイルの軸心方向に沿って隣接しあうバイアホール同士の離間間隔が狭くなることを防止しながら、各バイアホールの内容積をより大きくすることが可能な構成とされた積層コイル部品と、その製造方法とを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1記載の発明に係る積層コイル部品は、積層体の積層方向に沿って形成されたバイアホールと、前記積層体の積層面に沿って形成され、かつ、前記積層方向に沿う所定の端部同士が前記バイアホールで接続される帯状導体により、前記積層方向と直交する方向に沿って周回するコイルが前記積層体の内部に構成されているものである。そして、ここでのバイアホールは、積層体となる各セラミック層に形成され、かつ、導体が充填された貫通孔が前記積層方向に連なってなるものであり、該貫通孔の各々は、前記セラミック層の一方側開口の開口面における前記コイルの軸心方向に沿う径と、その他方側開口の開口面における前記コイルの軸心方向に沿う径との差が、前記セラミック層の一方側開口の開口面における前記コイルの軸心方向に直交する径と、その他方側開口の開口面における前記コイルの軸心方向に直交する径との差よりも小さくなる立体形状を有している。

【0010】

すなわち、例えば、これらの貫通孔は、前記コイルの軸心方向と合致する側の内面部分の方が、前記コイルの軸心方向と前記積層方向との双方に対して直交する側の内面部分よりも、前記積層方向に沿って急峻な傾斜角（テーパ角）となる立体形状を有している。言い換えると、各貫通孔における前記コイルの軸心方向と前記積層方向との双方に対して直交する側の内面部分は、前記コイルの軸心方向と合致する側の内面部分よりも、前記積層方向に沿って緩やかな傾斜角となる立体形状を有している。

【0011】

請求項2記載の発明に係る積層コイル部品は請求項1に記載したものであり、前記貫通孔は略楕円形の平面形状を有し、かつ、その短軸方向が前記コイルの軸心方向に沿った方向と合致している。

【0012】

請求項3記載の発明に係る積層コイル部品の製造方法は請求項1または請求項2に記載した積層コイル部品を製造する方法であり、前記バイアホールは、レーザ光照射によって貫通孔を形成した後、該貫通孔に対して導体を充填する手順で形成されることを特徴としている。

【発明の効果】

【0013】

請求項1に記載の発明に係る積層コイル部品では、セラミック層の一方側の開口面におけるコイルの軸心方向に沿う径と、その他方側の開口面におけるコイルの軸心方向に沿う径との差が、セラミック層の一方側の開口面におけるコイルの軸心方向に直交する径と、その他方側の開口面におけるコイルの軸心方向に直交する径との差よりも小さくなる立体形状を、バイアホールとなる貫通孔の各々が有している。すなわち、この積層コイル部品においては、内面部分の傾斜角が方向ごとに対応して相違する立体形状のバイアホールを形成しているので、内面全体が同一の傾斜角とされた立体形状を有するバイアホールに比し、その内面積が全体として増加することになり、かつ、その内容積が増大する結果としてバイアホールの形成部分におけるRdcが低下する。

【0014】

従って、コイルの軸心方向に沿って隣接しあうバイアホール同士の離間間隔が狭くなったり、コイルのターン数が減少したりすることを有効に防止できる。その結果、バイアホール同士の離間間隔を適切に確保してコイルのターン数を維持することが可能となり、積層コイル部品の全体におけるRdcに占めるバイアホールの形成部分でのRdcの比率が低下するため、大きなインピーダンスを確保することができるという効果が得られる。

【0015】

請求項2に記載の発明に係る積層コイル部品では、バイアホールとなる貫通孔の各々が略楕円形の平面形状を有し、かつ、その短軸方向がコイルの軸心方向に沿った方向と合致する構成が採用されている。そして、このような貫通孔であれば、その立体形状が請求項1で説明したのと同じであることになり、このような立体形状のバイアホールを容易に形成することができる。

【0016】

請求項3に記載の発明に係る積層コイル部品の製造方法であれば、レーザ光のエネルギー分布を調整することによって貫通孔の内面部分の傾斜角を容易に制御し得る。従って、請求項1または請求項2で説明した立体形状または平面形状とされたバイアホールを容易に形成できるという効果が得られる。

【実施例】

【0017】

図1は本実施例に係るチップインダクタの外観構造を示す斜視図、図2はその分解構造を示す斜視図であり、図3は本実施例に係るチップインダクタのバイアホールとなる貫通孔を拡大して示す斜視図である。また、図4はバイアホールとなる貫通孔を拡大して示す平面図、図5は貫通孔を拡大して示す断面図であり、図5(a)は図4中のA-A線に沿った断面状態、図5(b)は図4中のB-B線に沿った断面状態をそれぞれ示している。

【0018】

さらに、図6は貫通孔とレーザ光のエネルギー分布との関係を模式化して示す説明図、図7は第1の変形例に係るチップインダクタの分解構造を示す斜視図であり、図8は第2の変形例に係るチップインダクタの分解構造を示す斜視図である。なお、図1～図8において、従来例を示す図9～図12と互いに同一となる部分には、同一符号を付している。

【0019】

本実施例に係るチップインダクタ1は、図1で外観構造を示し、かつ、図2で分解構造を示すように、積層体2の積層方向Xに沿って形成されたバイアホール3と、積層体2の積層面に沿って形成され、かつ、積層方向Xに沿う所定の端部同士がバイアホール3で接続される導体パターン(帯状導体)14とにより、積層方向Xと直交する方向Yに沿って周回するコイル4が積層体2の内部に構成された構造を有している。

【0020】

すなわち、このチップインダクタ1のコイル4は、積層体2における上部側及び下部側の所定位置ごとに配置される積層面に沿って形成された導体パターン(帯状導体)14のそれぞれが、積層方向Xと合致する方向に沿って形成された多数個のバイアホール3を介して電気的に接続されることにより構成されている。そして、このとき、積層体2の上部側における積層面の端部位置に形成された導体パターン14の各々は積層体2の端面にまで引き出されており、この積層体2の端面を覆って形成された外部電極18と各別に接続されている。なお、図2において、導体パターン14は3層に形成されているが、1層であってもよい。

【0021】

一方、この際ににおけるバイアホール3のそれぞれは、図2で示すように、積層体2のセラミック層となるセラミックグリーンシート16それぞれの所定位置ごとにに対するレーザ光照射により貫通孔5を形成し、かつ、この貫通孔5の内部に導電ペースト等の導体を充填することによって形成されたものである。また、このとき、これら貫通孔5のそれぞれ

は、図3及び図4で示すように、略楕円形の平面形状を有しており、かつ、その長軸方向がコイル4の軸心方向Yと積層体2の積層方向Xとの双方に対して直交する方向Zと合致するものとなっている。

【0022】

なお、図3及び図4では、セラミックグリーンシート16の上面に開口した各貫通孔5の上面側開口5aのみが略楕円形の平面形状を有しており、セラミックグリーンシート16の下面に開口した各貫通孔5の下面側開口5bは円形の平面形状を有するとしている。しかしながら、このような構成に限定されず、各貫通孔5の下面側開口5bが略楕円形の平面形状とされていてもよく、バイアホール3の形成部分におけるRdcを低減するには下面側開口5bも略楕円形である方がよい。

【0023】

この際、貫通孔5の各々は、図3～図5で示すように、セラミックグリーンシート16の一方側開口、つまり、上面側開口5aの開口面におけるコイル4の軸心方向Yに沿う方向の径と、その他方側の開口面、つまり、下面側開口5bの開口面におけるコイル4の軸心方向Yに沿う方向の径との差が、上面側開口5aの開口面におけるコイル4の軸心方向Yと積層方向Xとの双方に対して直交する方向Zの径と、下面側開口5bの開口面におけるコイル4の軸心方向Yと積層方向Xとの双方に対して直交する方向Zの径との差よりも小さくなる立体形状を有している。

【0024】

すなわち、各貫通孔5は、コイル4の軸心方向Yと合致する側の内面部分5cの方が、コイル4の軸心方向Yと積層体2の積層方向Xとの双方に対して直交する方向Zと合致する側の内面部分5dよりも、積層体2の積層方向Xに沿って急峻な傾斜角（テーパ角）となる立体形状を有している。言い換えると、各貫通孔5におけるコイル4の軸心方向Yと積層方向Xとの双方に対して直交する側の内面部分5dは、コイル4の軸心方向Yと合致する側の内面部分5cよりも、積層方向Xに沿って緩やかな傾斜角となる立体形状を有している。

【0025】

このような立体形状を有する貫通孔5である場合には、従来例で示した立体形状を有する貫通孔17に比し、その内面積が全体として増加することになり、その内容積が増大している。そこで、これら貫通孔5の内部に導体を充填してなるバイアホール3が設けられたチップインダクタ1である場合には、従来例で示したチップインダクタ11の場合に比し、バイアホール3の形成部分におけるRdcが小さく済むことになり、その結果としてチップインダクタ1全体のRdcに占めるバイアホール3の形成部分でのRdcの比率が低下する。

【0026】

つぎに、本実施例に係るチップインダクタ1の製造方法を説明する。まず最初に、磁性体材料であるNiCuZn系フェライトに水系バインダ（酢酸ビニルや水溶性アクリル等）あるいは有機系バインダ（ポリビニルブチラール等）を加えるとともに、分散剤や消泡剤等を添加したうえ、ドクターブレード法やリバースロールコーティング法でキャリアフィルム上にセラミックグリーンシート16を成形する。

【0027】

引き続き、セラミックグリーンシート16の所定位置ごとに対するレーザ光の照射によって貫通孔5を形成するが、この際にあっては、図6で示すように、レーザ光のエネルギー分布を調整することにより平面形状が略楕円形の貫通孔5、例えば、上面側開口5aが略楕円形であり、かつ、下面側開口5bが略円形である貫通孔5を形成する。すなわち、このとき、レーザ光のエネルギーが図6中に付記する閾値Sを超える場合にはセラミックグリーンシート16を貫通する孔が形成されることになり、閾値Sを超える付近でエネルギーが急激に変化していれば貫通孔5内面の傾斜角は小さくなり、また、閾値Sを超える付近でエネルギーが緩やかに変化していれば貫通孔5内面の傾斜角は大きくなる。

【0028】

ところで、チップインダクタ1が3216サイズであってコイル4のターン数が25.5であり、しかも、上面側開口5a及び下面側開口5bがともに略楕円形の平面形状である貫通孔5を形成するとした場合、図示省略しているが、貫通孔5における上面側開口5aの長軸方向、つまり、コイル4の軸心方向Yと積層体2の積層方向Xとの双方に対して直交する方向Zと合致する長軸方向の寸法は150μmとされ、その短軸方向、つまり、コイル4の軸心方向Yと合致する短軸方向の寸法は90μmとされる。また、貫通孔5における下面側開口5bの長軸方向の寸法は110μm、その短軸方向の寸法は80μmとされる。

【0029】

このような構成であれば、導体が充填されてバイアホール3となる貫通孔5における短軸方向の寸法が小さくて済むため、コイル4の軸心方向Yに沿って隣接しあうバイアホール3同士の離間間隔が狭くなり過ぎることは起こらず、積層体2の外形が大きくなり過ぎることも起こらない。また、3216サイズのチップインダクタ1でターン数25.5を確保する場合には、貫通孔5における上面側開口5aの短軸方向の寸法は90μmが上限である。すなわち、貫通孔5の短軸方向寸法がより大きくなっていると、焼成後のAg拡散やクラック等による短絡（ショート）が発生しやすくなる。

【0030】

つぎに、Agを主成分とする導体ペーストを用意し、導体ペーストのスクリーン印刷によりセラミックグリーンシート16に形成された貫通孔5のそれぞれに導体を充填してバイアホール3を形成するとともに、セラミックグリーンシート16の表面上における所定位置に対し、コイル4の一部分となる導体パターン14を形成する。その後、図2で示すように、バイアホール3のみが形成された所定枚数のセラミックグリーンシート16を積層方向Xの中央に配置し、これらの上下位置それぞれに対し、バイアホール3及び導体パターン14が形成された所定枚数のセラミックグリーンシート16を配置する。

【0031】

さらに、バイアホール3及び導体パターン14が形成されていない所定枚数のセラミックグリーンシート16を上下位置それぞれに重ねて配置したうえ、積層方向Xに沿って圧着した後、所定の寸法で裁断し、脱脂及び焼成すると、積層体2が得られる。その後、積層体2の両端面にペーストを焼き付け、Niメッキ及びSnメッキを施すことによって外部電極18を形成すると、図1で示したようなチップインダクタ1が完成する。

【0032】

本実施例にあっては、積層体2の内部に1つのコイル4を設けてなるチップインダクタ1が積層コイル部品であるとしているが、本発明の適用対象となる積層コイル部品が上記したようなチップインダクタ1のみに限られないことは勿論である。すなわち、図7で分解構造を示すようなチップインダクタ、つまり、積層体2の内部に2つのコイル4が並列状として設けられており、分離巻きといわれるチップインダクタが積層コイル部品であってよく、このような構成のチップインダクタは、トランスやコモンチョークコイルとして利用される。

【0033】

さらに、図8で分解構造を示すようなチップインダクタ、つまり、積層方向Xに沿って交互となるように2つのコイル4a, 4bが積層体2の内部に設けられたチップインダクタ、いわゆる交互巻きのチップインダクタに対して本発明を適用してもよい。すなわち、このチップインダクタは、導体パターン14aとバイアホール3a（図8中、一点鎖線で示す）とにより第1のコイル4aが構成され、かつ、導体パターン14bとバイアホール3b（図8中、二点鎖線で示す）とによって第2のコイル4bが構成されたものであり、交互巻きのチップインダクタであれば、分離巻きのチップインダクタよりも2つのコイル4a, 4b間の結合係数が高くなる。

【0034】

そして、このような交互巻きのチップインダクタである場合には、その積層体2の長手方向に沿って数多くのバイアホール3が並んでいるため、本発明の適用によるRdcの低

減効果が顕著に現れる。さらにまた、本実施例に係る積層コイル部品がチップインダクタのみに限定されることではなく、例えば、積層型複合L C部品等のような他の積層コイル部品に対しても本発明を適用可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】実施例に係るチップインダクタの外観構造を示す斜視図である。

【図2】実施例に係るチップインダクタの分解構造を示す斜視図である。

【図3】実施例に係るチップインダクタのバイアホールとなる貫通孔を拡大して示す斜視図である。

【図4】実施例に係るチップインダクタのバイアホールとなる貫通孔を拡大して示す平面図である。

【図5】実施例に係るチップインダクタのバイアホールとなる貫通孔を拡大して示す断面図であり、図5 (a) は図4中のA-A線に沿った断面状態、図5 (b) は図4中のB-B線に沿った断面状態をそれぞれ示している。

【図6】実施例に係る貫通孔とレーザ光のエネルギー分布との関係を模式化して示す説明図である。

【図7】第1の変形例に係るチップインダクタの分解構造を示す斜視図である。

【図8】第2の変形例に係るチップインダクタの分解構造を示す斜視図である。

【図9】従来例に係るチップインダクタの外観構造を示す斜視図である。

【図10】従来例に係るチップインダクタの分解構造を示す斜視図である。

【図11】従来例に係るチップインダクタのバイアホールとなる貫通孔を拡大して示す平面図である。

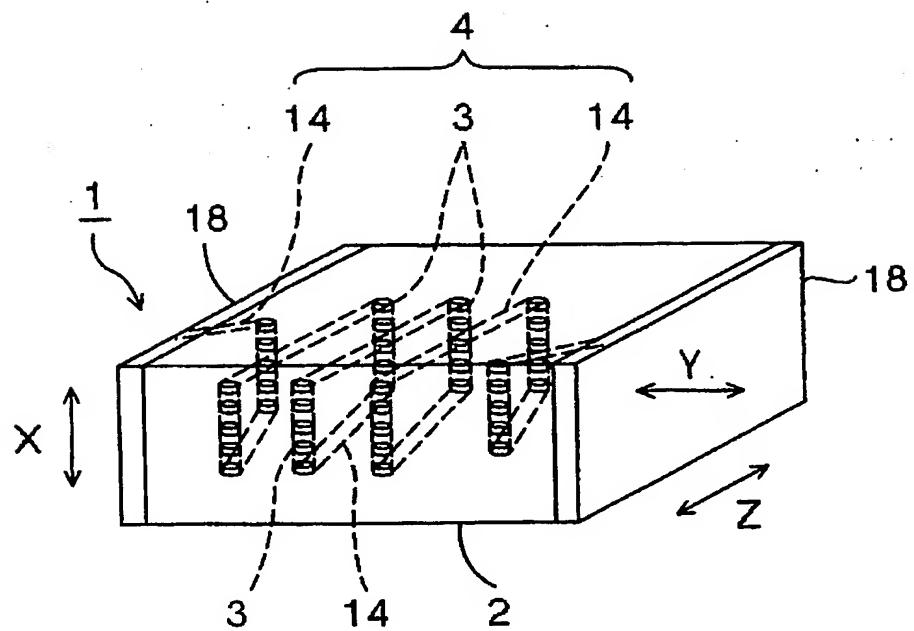
【図12】従来例に係るチップインダクタのバイアホールとなる貫通孔を拡大して示す断面図であり、図11中のA-A線に沿った断面状態を示している。

【符号の説明】

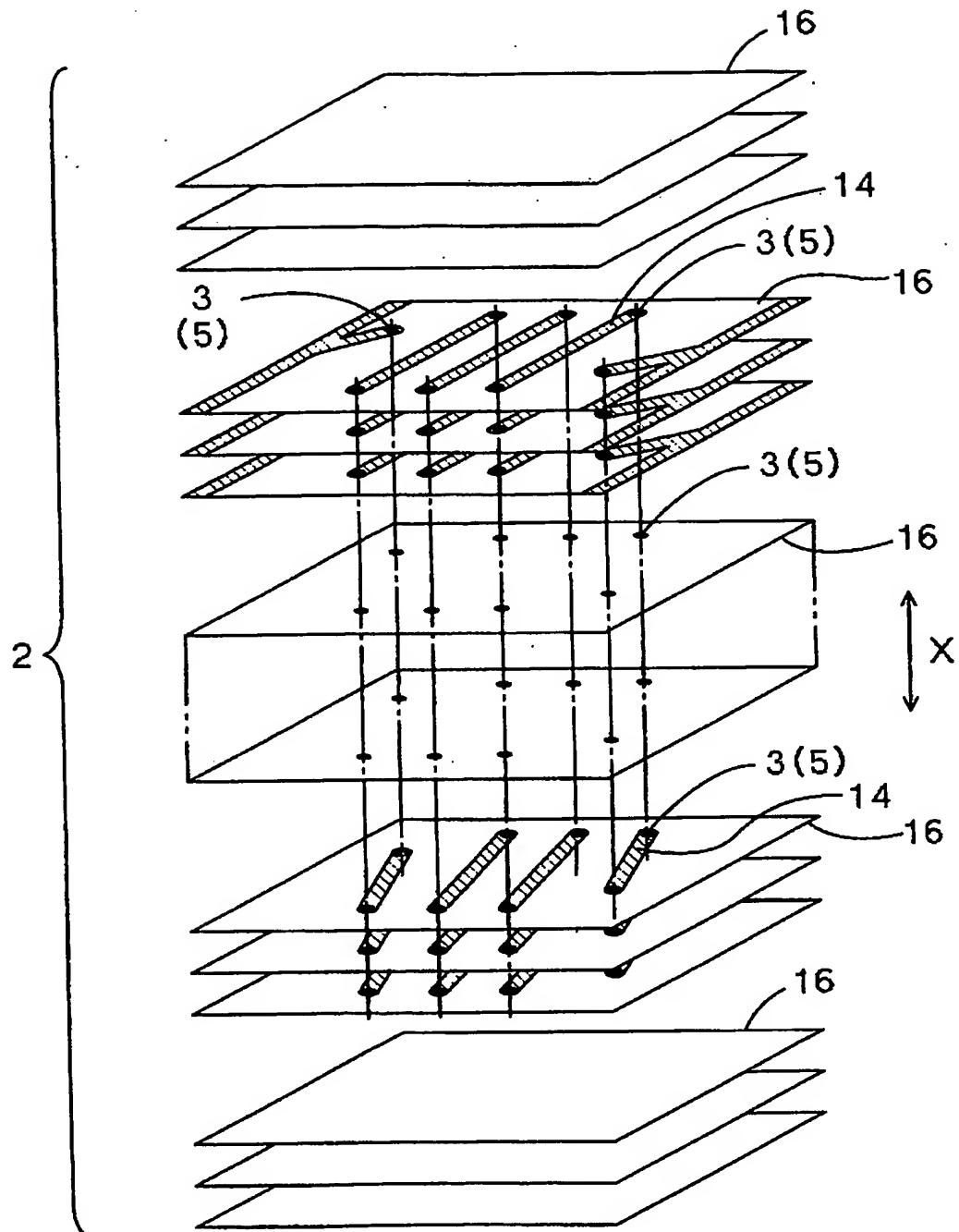
【0036】

- 1 チップインダクタ (積層コイル部品)
- 2 積層体
- 3 バイアホール
- 4 コイル
- 5 貫通孔
- 5 a 上面側開口
- 5 b 下面側開口
- 5 c 内面部分 (コイルの軸心方向と合致する側の内面部分)
- 5 d 内面部分 (コイルの軸心方向と積層体の積層方向との双方に対して直交する側の内面部分)
- 1 4 導体パターン (帯状導体)
- 1 6 セラミックグリーンシート (セラミック層)
- X 積層方向
- Y コイルの軸心方向
- Z コイルの軸心方向と積層体の積層方向との双方に対して直交する方向

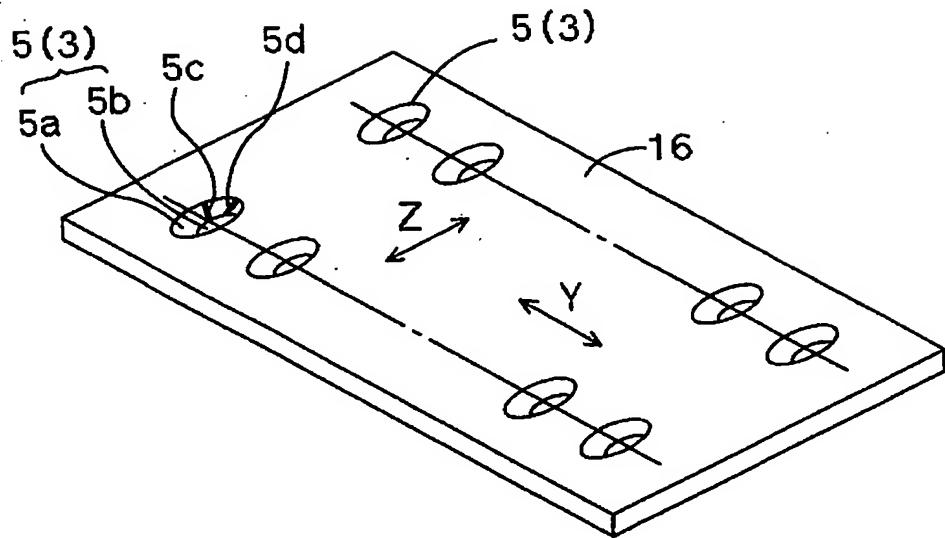
【書類名】 図面
【図1】



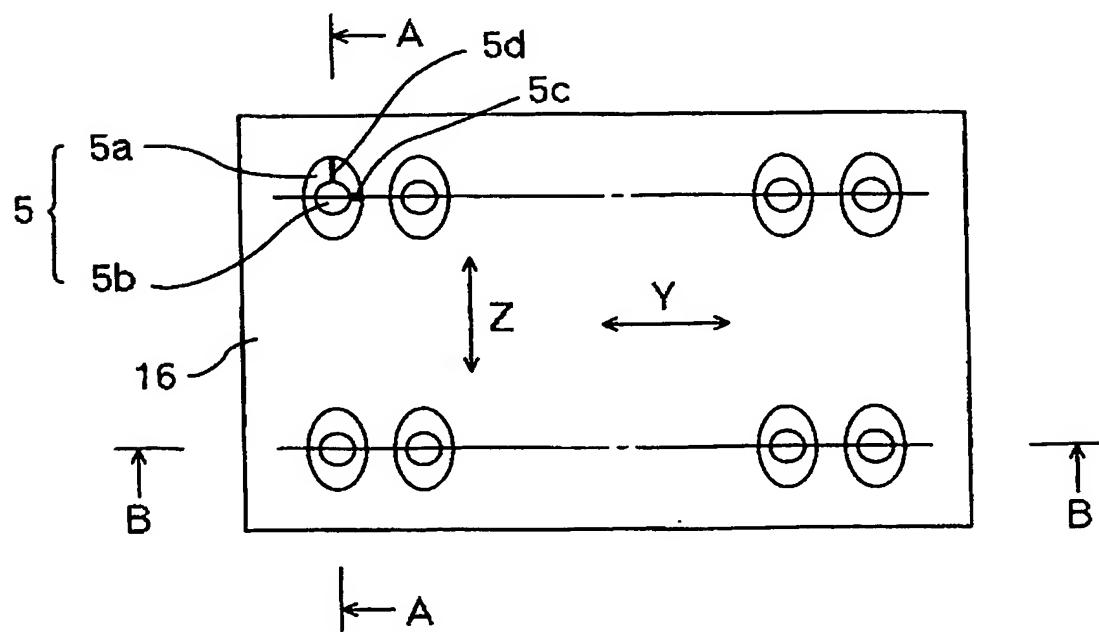
【図2】



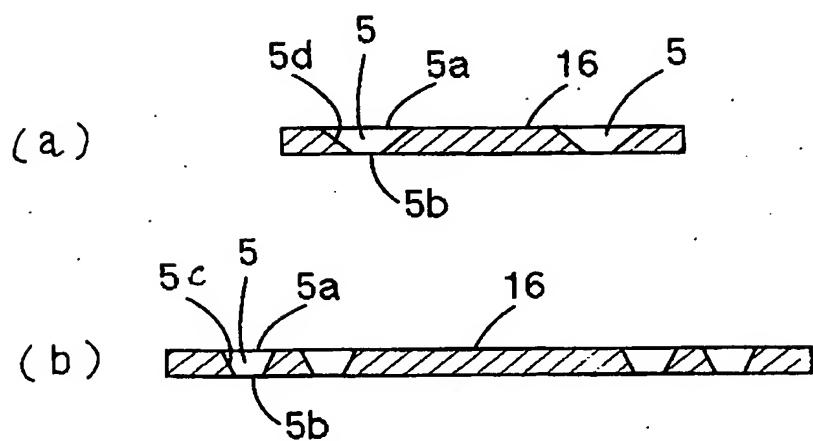
【図3】



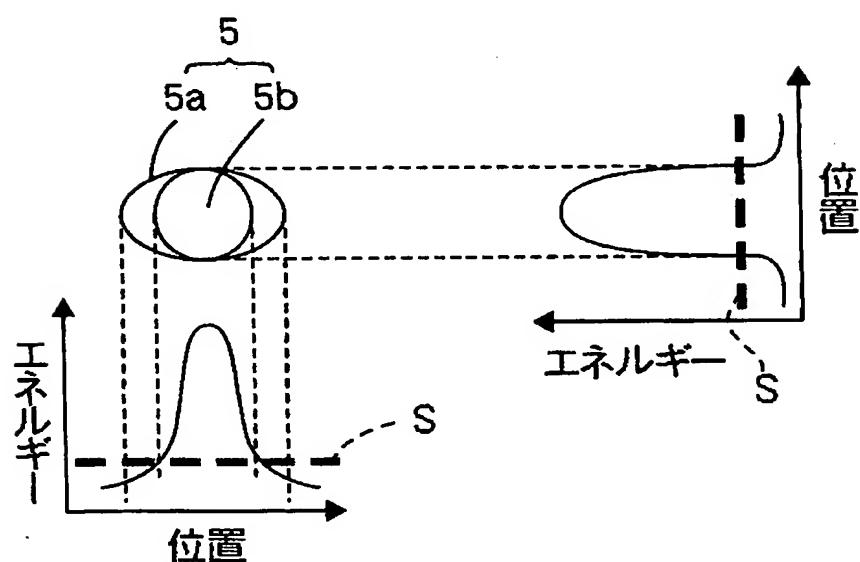
【図4】



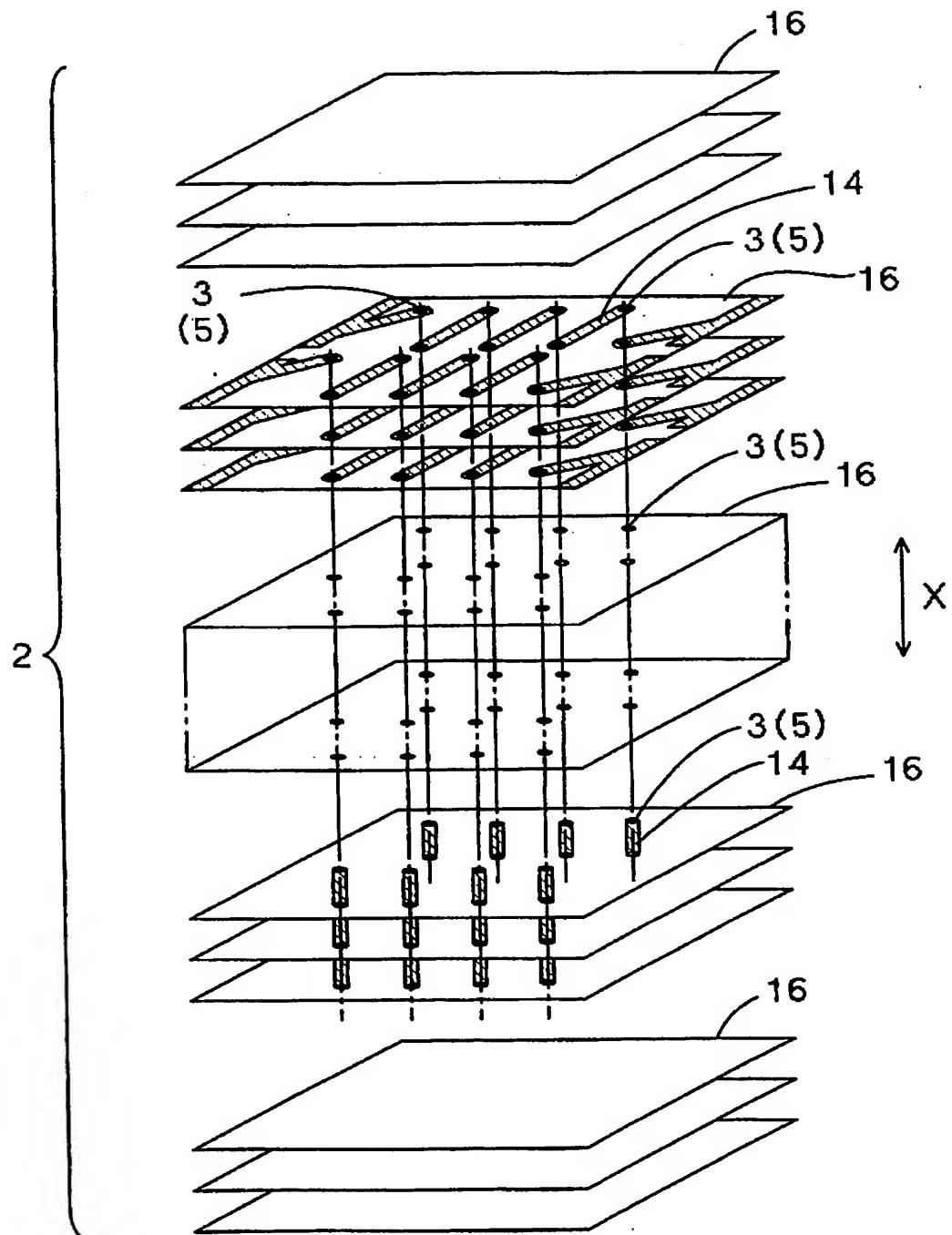
【図5】



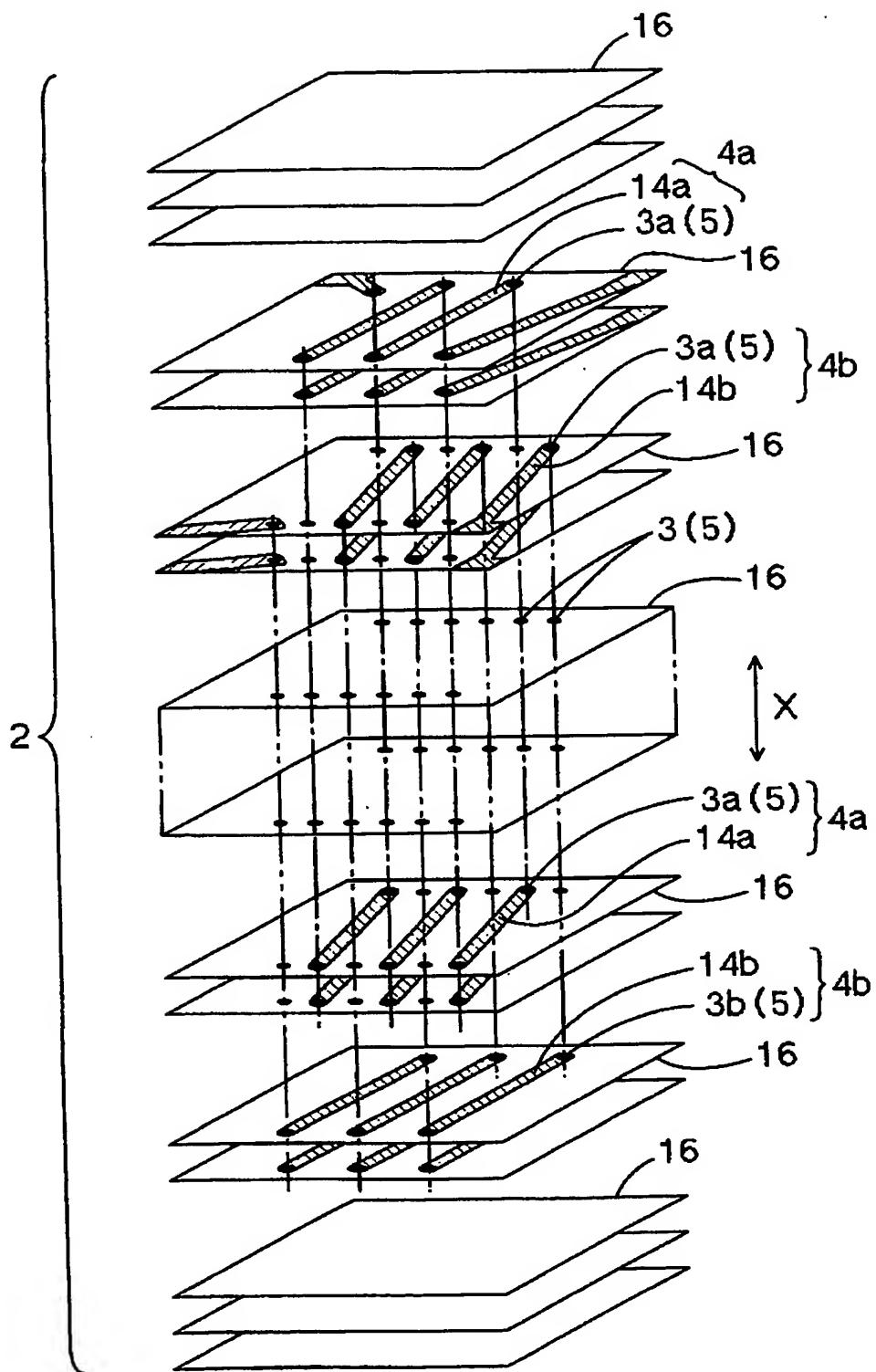
【図6】



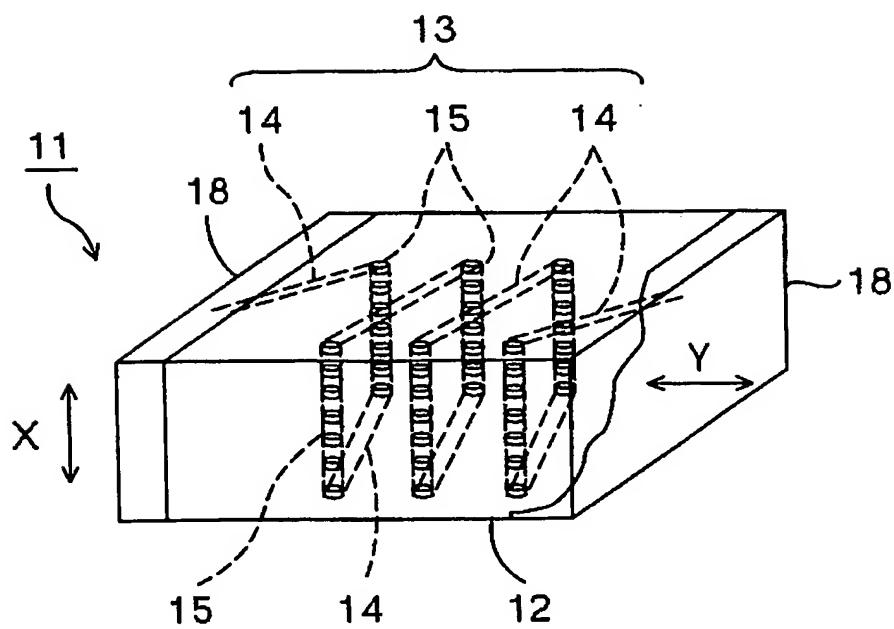
【図 7】



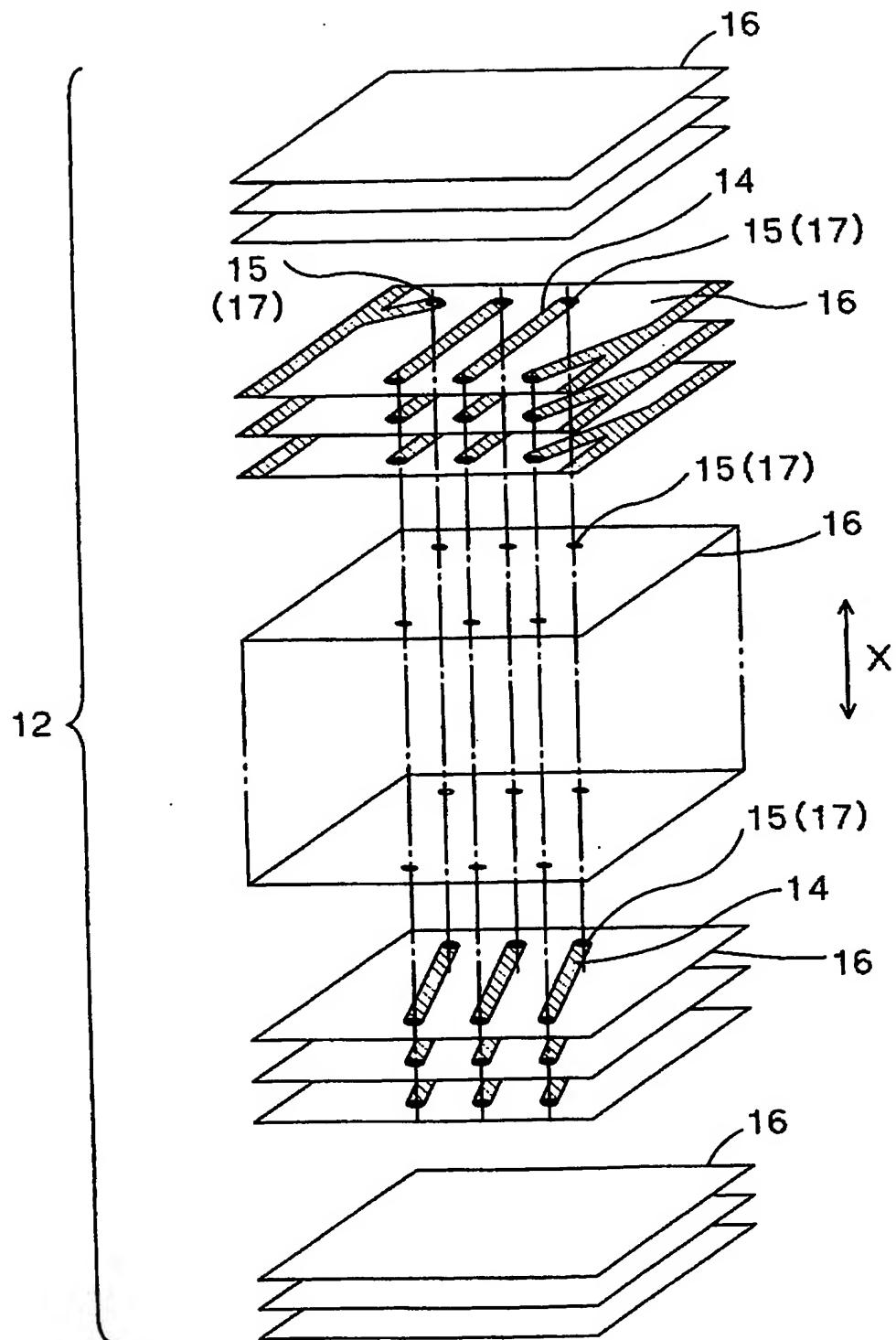
【図 8】



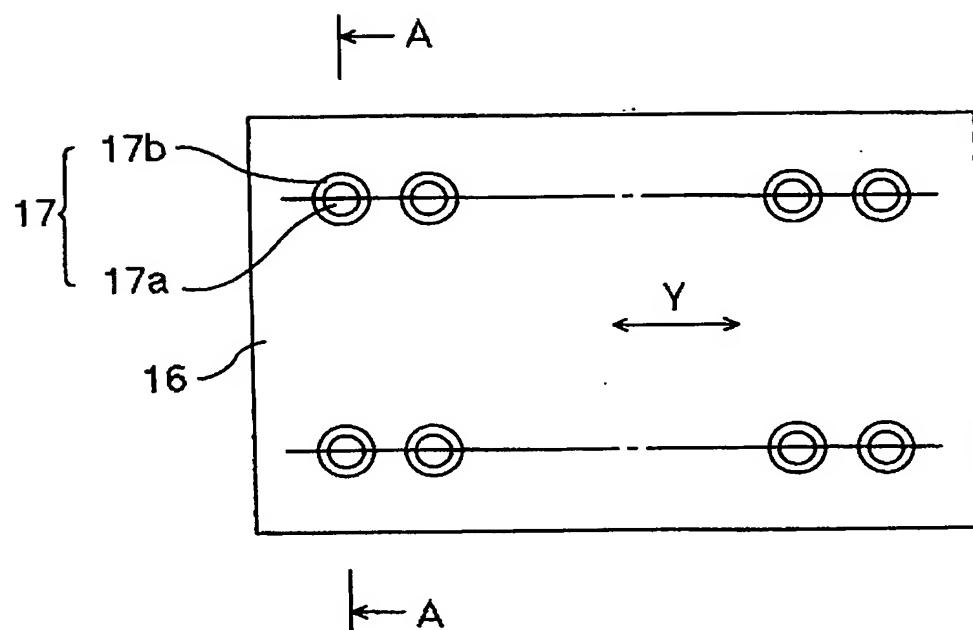
【図9】



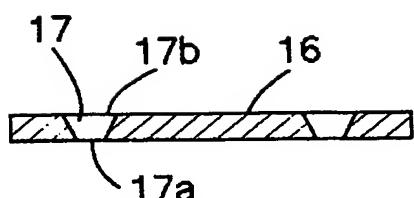
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 コイルの軸心方向に沿って隣接しあうバイアホール同士の離間間隔が狭くなることを防止しながら各バイアホールの内容積をより大きくすることが可能な構成とされた積層コイル部品と、その製造方法とを提供する。

【解決手段】 本発明に係る積層コイル部品1のバイアホール3は、各セラミック層16に形成され、かつ、導体が充填された貫通孔5が積層方向Xに連なってなり、該貫通孔5の各々は、セラミック層16の一方側開口5aの開口面におけるコイル4の軸心方向Yに沿う径と、その他方側開口5bの開口面におけるコイル4の軸心方向Yに沿う径との差が、セラミック層16の一方側開口5aの開口面におけるコイル4の軸心方向Yに直交する方向Zの径と、その他方側開口5bの開口面におけるコイル4の軸心方向yに直交する方向Z径との差よりも小さくなる立体形状を有している。

【選択図】 図3

特願2003-309027

出願人履歴情報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏名 株式会社村田製作所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.